

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-220489

(43)Date of publication of application : 08.08.2000

(51)Int.Cl.

F02D 41/04
F02D 45/00

(21)Application number : 11-018623

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.01.1999

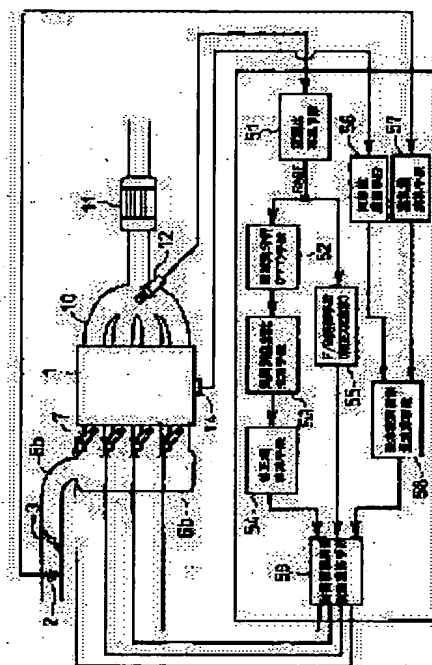
(72)Inventor : NAKAGAWA SHINJI
ISHII TOSHIO
TAKAKU YUTAKA
OSUGA MINORU

(54) CONTROL DEVICE FOR ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control the air-fuel ratio every cylinder by providing, on a control device, an air-fuel ratio calculating means for calculating the air-fuel ratio on the basis of the output signal of an air-fuel ratio sensor and a means for analyzing the value calculated by the air-fuel ratio calculating means to a frequency component within a prescribed range to estimate the air-fuel ratio every cylinder.

SOLUTION: An air flow sensor 2 detects the air quantity, a throttle 3 regulates the air quantity, and a crank angle sensor 15 outputs a signal every degree of the rotating angle of crank angle. The exhaust gas after combustion is discharged to an exhaust manifold 10 and released to the outside. An A/F sensor 12 is mounted in an exhaust collecting part to detect the oxygen concentration in the exhaust gas. For the air-fuel ratio estimated value every cylinder of an engine, a frequency analyzing means 52 analyses the air-fuel ratio RABF calculated by an air-fuel ratio arithmetic means 51 to estimate the air-fuel ratio every cylinder, and a correction item arithmetic means 54 calculates a correction item by the comparison with a target air-fuel ratio on the basis of the estimated air-fuel ratio every cylinder. According to this, the cycle internal fluctuation of air-fuel ratio can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(11) 特許出願公開番号
特開2000-220489
(P2000-220489A)
(43) 公開日 平成12年8月8日(2000.8.8)

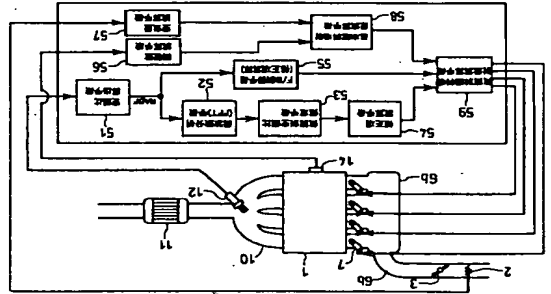
(51) Int.Cl. F 02 D 41/04 45/00	種別記号 3 0 1 3 6 8	P I F 02 D 41/04 45/00	チーコード(参考) 3 0 1 J 3 G 0 8 4 3 6 8 F 3 G 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)			
(21) 出願番号 特願平11-18623	(71) 出願人 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 中川 健二	(72) 発明者 石井 俊夫 株式会社日立製作所日立研究所内 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所自動車機器事業部内 式会社日立製作所自動車機器事業部内 100091086 井理士 平木 祐輔	
(22) 出願日 平成11年1月27日(1999.1.27)	(74) 代理人 100091086 井理士 平木 祐輔		

(54) 発明の名称 エンジンの制御装置

(57) 要約

【課題】 エンジンの排気管集合部に単一のA/Fセンサを配設した多気筒エンジンにおいて、各気筒毎の個別空燃比を算出(推定)することで、気筒毎に空燃比(燃料噴射量等の運転パラメータ)等を制御するエンジンの制御装置を提供する。

【解決手段】 単一の空燃比センサを備えた多気筒エンジンの制御装置において、前記制御装置は、前記空燃比センサの出力信号に基づいて空燃比を算出する手段と、該空燃比算出手段で算出した値を所定範囲の周波数成分に分析する手段と、該分析された周波数成分に基づいて気筒別の空燃比を推定する手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一の空燃比センサを備えた多気筒エンジンの制御装置において、

前記制御装置は、前記空燃比センサの出力信号に基づいて空燃比を算出する手段と、該空燃比算出手段で算出した値を所定範囲の周波数成分に分析する手段と、該分析した周波数成分に基づいて気筒別の空燃比を推定する手段とを備えたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項2】 前記制御装置は、前記推定された気筒別空燃比に基づいてエンジンの運転パラメータを制御する手段を備えていることを特徴とする請求項1に記載のエンジンの制御装置。

【請求項3】 前記周波数成分分析手段は、周波数成分からパワーベクトルと位相スペクトルとを抽出し、前記気筒別空燃比推定手段は、前記抽出されたパワーベクトル及び/又は位相スペクトルに基づいて気筒別の空燃比を推定することを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジンの制御装置。

【請求項4】 前記運転パラメータ制御手段は、吸入空気量制御手段、燃料供給量制御手段、もしくは点火時期制御手段であることを特徴とする請求項2又は3に記載のエンジンの制御装置。

【請求項5】 前記気筒別空燃比推定手段は、エンジン気筒別の、パワーベクトルと空燃比との関係に基づいて気筒別の空燃比を推定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

【請求項6】 前記請求項1乃至5のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置を備えたことを特徴とする自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジンの制御装置に関し、特に、エンジンの排気管に取り付けられた空燃比センサの出力から気筒毎の空燃比を推定し、気筒毎に空燃比(燃料噴射量等の運転パラメータ)等を制御するエンジンの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のエンジンにおいては、一般的に、排気管途中に、該エンジンから排出される排気ガスを浄化するために三元触媒が設けられている。このようなエンジンでは、前記三元触媒を高い効率で動作させて、排気ガスを効率よく浄化するために、エンジンから排出される排気ガスの成分を規制して、前記三元触媒の反応を高める排気浄化範囲に収めるための制御が必要とされている。具体的には、エンジンに供給される空気と燃料の比率を一定にすること、即ち、空燃比を理論空燃比(14.7)に制御することが必要である。従来の燃費改善センサは、理論空燃比に対して濃淡のみを検出するO₂センサを用い、該O₂センサをエンジンの排気管に取り付け、該センサの出力に基づいてエンジンの空燃比を理

論空燃比になるよう制御することで、触媒を通る排気ガスの成分を、排気浄化の観点から最適に保っていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来の多気筒エンジンにおいては、前記O₂センサを、エンジンの排気管集合部に取り付ける方式が一般的であるが、該方式では、排気管集合部の排気ガスを全気筒一様に補正するに、燃料噴射量もしくは空燃比を全気筒一様に補正するために、各気筒毎の空燃比は、必ずしも理論空燃比に調整されているとは限らなかった。

【0004】 そして、従来のシステムのエンジンは、燃料噴射弁の駆動電圧、気筒間の空気分配偏差、燃料配管内の圧力偏差等の要因によって、各気筒間の空燃比のばらつきが拡大すると、排気管集合部での排気ガス成分のサイクル内変動が発生して、前記O₂センサの検出が小さくなり、該検出が三元触媒の高効率浄化範囲を逸脱する場合には、排気ガス浄化の悪化の原因となっていた。この場合、4ストロークエンジンの場合には、4ストロークエンジンは、吸気一圧一膨一排気一吸気の1回ずつ行う間、即ちエンジンが2回転する間を指している。エンジンの各気筒毎にO₂センサを取り付けて、個別に空燃比制御を行うことで、本問題は解決するが、コストの面から現実的な解決とは云えず、排気管集合部に単一のO₂センサを取り付ける構成では、サイクル内変動が拡大した場合の排気ガスの悪化は、避けられなかった。

【0005】 また、本発明人は、先に、空燃比に対して線形に出力するセンサ(以下、A/Fセンサと云ふ)を用いて、該センサから得られる信号を周波数分析することによって、該センサの安定性の悪化や排気ガスの悪化の原因となる周期的ノイズを抽出し、該ノイズと逆位相の補正をかけてことで、空燃比の変動を抑制し、エンジンの安定性の確保と排気ガスの悪化を防ぐ手段を提案している。(特開平9-203339号公報参照)。しかし、該提案の技術は、多気筒エンジンの各気筒の個別の空燃比に調整できるものではなかった。

【0006】 本発明は、前記の如き問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、エンジンの排気管集合部に単一のA/Fセンサを配設した多気筒エンジンにおいて、各気筒毎の個別空燃比を算出(推定)することで、気筒毎に空燃比(燃料噴射量等の運転パラメータ)等を制御するエンジンの制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明のエンジンの制御装置は、基本的に、単一の空燃比センサを排気管集合部に備えた多気筒エンジンに適用するものであって、前記制御装置が、前記空燃比センサの出力信号に基づいて空燃比を算出する手段と、該空燃比算出手段で算出した値を所定範囲の周波数成分に分析する手段と、該分析された周波数成分に基づいて

気筒別の空燃比を推定する手段とを備えたことを特徴している。

【0008】そして、本発明のエンジンの制御装置の具体的な態様は、該制御装置が、前記推定された気筒別空燃比に基づいてエンジンの運転パラメータを制御する手段を備え、前記周波数成分分析手段が、周波数成分からパワースペクトルと位相スペクトルとを抽出し、前記気筒別の空燃比推定手段が、前記抽出されたパワースペクトル及び/又は位相スペクトルに基づいて気筒別の空燃比を推定し、前記運転パラメータ制御手段が、吸入空気量を推定し、前記燃料供給制御手段が、もしくは点火時期制御手段であり、前記気筒別空燃比推定手段が、エンジンの気筒別に、パワースペクトルと空燃比との関係に基づいて気筒別の空燃比を推定することを特徴としている。

【0009】前述の如く構成された、本発明のエンジンの制御装置は、多気筒エンジンの排気集合部、もしくは少なくとも各気筒の排気ガスを抽出可能な場所に取り付けられた空燃比センサ（A/Fセンサ）の出力信号から各気筒毎の空燃比を推定し、該気筒毎に空燃比を補正することで、前記排気集合部におけるサイクル内の変動を抑制して、排気ガスの悪化を防ぐことができる。

【0010】ここで、前記した本発明のエンジンの制御装置の基本的な構成を、図1に基づいて説明する。空燃比検出手段Aは、A/Fセンサの出力信号を入力してエンジン全体の空燃比を算出する。スペクトル検出手段（周波数成分分析）Bでは、前記エンジン全体の空燃比の値から所定範囲のスペクトルを分析してスペクトルの位相とパワーとを算出する。気筒別空燃比算出手段Cでは、前記得られた所定のスペクトルの位相とパワーとから気筒毎の空燃比を推定する。空燃比補正手段Dと点火時期制御手段Fでは、前記推定された各気筒毎の空燃比に基づいて、各気筒毎の空燃比あるいは点火時期を、補正する制御を行い、排気ガスの悪化の低減、燃費向上、エンジンの安定性向上等を図る。

【0011】本発明は、空燃比に対してリニアな出力特性を有するA/Fセンサを用い、該A/Fセンサをエンジンの排気集合部に取り付け付けたことで、気筒間の空燃比ばらつきによって発生するサイクル内変動を抽出することが可能となる。図2は、気筒間に空燃比ばらつきがある場合の排気集合部のA/Fセンサの出力信号であり、A/Fセンサによってサイクル内変動が検出されていることが解る。

【0012】また、本発明は、前記サイクル内変動を、エンジン2回転を1周期としており、気筒間の空燃比ばらつきが、集合部の排気ガスに与える変動に、再現性があることがわかる。図3は、前記A/Fセンサの出力信号に対して、周波数分析（フーリエ変換）を行った結果のパワースペクトルを示しているが、サイクル相当周波数のパワーが隔だって大きくなっていることがわかる。

【0013】図4は、気筒間に空燃比ばらつきがない場

合の排気集合部のA/Fセンサの出力信号を示したものである。排気ガスにサイクル内変動が発生しておらず、該出力信号が、触媒の効率的な燃焼範囲内に収まっていることが解る。図5は、前記A/Fセンサの出力信号の周波数分析の結果を示している。図3の如く気筒間の空燃比ばらつきがある場合のスペクトルでは、サイクル相当周波数のパワースペクトルが顕著であったのに対して、図5では、該周波数のパワースペクトルがほとんど現れていないことが解る。このように排気集合部でのサイクル変動の有無が、特定の周波数のパワースペクトルで検出できる。

【0014】次に、このサイクル変動を引き起こしている気筒の特定を行う手段について説明する。図6は、3気筒で構成されるエンジンの排気集合部に取り付け付けたA/Fセンサの出力信号である。3つのグラフのそれぞれは、3気筒のうち特定の1気筒のみ空燃比がばらついていくケースであり、最上層の○は、各気筒の噴射タイミングを示している。横軸の位相は、3つのグラフとも同じに合せてある。3つのグラフから明らかに、ばらつきが生じている気筒によって、サイクル内変動の位相が1/3サイクルずつずシフトしている。即ち、各気筒の噴射タイミングの位相差でサイクル変動の相違がシフトしていることが解る。

【0015】A/Fセンサの検出には、燃料噴射弁からA/Fセンサまでの移送遅れ、センサ自身の遅れがあるため、噴射タイミングとA/Fセンサの出力までには、遅れ時間が存在するが、この遅れ時間が予め解っていれば、位相からどの気筒がばらついてるのかを特定することが可能である。該位相の算出手段は、A/Fセンサの出力信号を周波数分析し、1サイクル相当周波数成分の位相スペクトルを算出することで得ることができる。該算出した周波数成分の位相スペクトルからばらついていている気筒を推定すると共に、パワースペクトルからばらつき度の割合を推定することができる。

【0016】実際には、複数の気筒が任意にばらつくことが有り得るが、その場合はサイクル内変動もサイクル相当周波数だけでなく、N次回波数（N：整数）にも変動成分が現れるので、サイクル相当周波数の1次成分だけでなく、N次成分のパワースペクトルおよび位相スペクトルを算出することで、任意の気筒の空燃比ばらつきを推定することが可能となる。また、空燃比のサイクル内変動を抑制するには、サイクル相当周波数の1次成分からばらつきが最も大きい気筒を推定、補正し、次にばらつきが大きい気筒を推定、補正するといった、逐次的補正手段で、サイクル変動を抑制することも可能である。

【0017】前記手段で推定された各気筒の空燃比に基づいて、各気筒毎の空燃比補正が可能となる。即ち、気筒毎の燃料噴射量を独立に補正し、気筒間の空燃比ばらつきを吸収する。その結果として三元触媒の効率的な浄化

範囲を逸脱するようなサイクル変動が抑制され、排気ガスの悪化を防ぐことが可能となる。また、リーン空燃比で燃焼を行う場合は、特定の気筒のみがリーン限界に達することがなくなるため、リーン領域の拡大が図れ、燃費も改善される。さらには気筒間の空燃比ばらつきがなくなることで、ノック限界が拡大され、点火時期をより進角側にして燃焼を行うことが可能となり、同時に燃費の改善が期待できる。

【0018】
【発明の実施形態】以下、図面により本発明のエンジンの制御装置の一実施形態について説明する。図7は、本実施形態のエンジンの制御システムの全体構成を示したものであり、多気筒エンジンとして4気筒で構成されるエンジンとして説明する。図7において、4気筒で構成されるエンジン1は、外部からの空気を、エアクリナ9を通過させ、吸気マニホールド6aと吸気管6を経てシリンダ1a内の燃焼室1b内に流入させる。

【0019】一方、ガソリン等の燃料は、前記吸気管6に配設した燃料噴射弁7を介して噴射される。噴射された燃料は、吸気マニホールド6aからの空気に混ざり、エンジン1の燃焼室1b内に流入して混合気を形成する。混合気は、点火プラグ8で発生される火花により燃焼し、その燃焼発生するエネルギーがエンジンの動力源となり、燃焼後の排気ガスは、排気マニホールド10を経て三元触媒11に送り込まれ、該三元触媒11で、排気ガスは、浄化され、外部へ排出される。

【0020】前記エンジン1に流入する空気の流入空気量は、スロットル3の開度によって主に調節されるが、エンジンのアイドル時には、バイパス用空気通路4に設けられたISCバルブ5によって調節され、該調節によってアイドル時のエンジン回転数が制御される。前記エアクリナ9の下流に配置されたエアフロセンサ2では、ク流入空気量が検出され、クランク角センサ14では、クランク軸の回転角1度毎に信号が出力され、水温センサ13では、エンジン1の冷却水温度を検出する。

【0021】エアフロセンサ2、スロットル3に取り付けられた開度センサ16、クランク角センサ14、水温センサ13のそれぞれの信号は、コントロールユニット15に送られると共に、前記排気マニホールド10の装着されているA/Fセンサ12の出力信号もコントロールユニット15に入力されている。前記A/Fセンサ12は、前記排気マニホールド10の排気管集合部に取り付けられており、排気中に含まれる燃焼温度と空燃比の出力特性を持っていて、排気中の燃焼温度と空燃比の関係は、ほぼ線形になっているので、燃焼温度を検出するA/Fセンサ12により空燃比を求めることが可能となる。

【0022】前記コントロールユニット15は、前記各側のセンサからの信号を入力して、該各信号に基づいてエンジンの運転状態を算出し、燃料の基本噴射量、点火

時期の主要な操作量等を演算する。コントロールユニット15内で演算された燃料噴射量は、前記燃料噴射弁7の駆動パルス信号に変換され、燃料噴射弁7に送られると共に、前記コントロールユニット15で演算された点火時期も、出力信号として点火プラグ8に送られる。【0023】また、前記コントロールユニット15では、前記A/Fセンサ12の信号から空燃比を算出し、空燃比に従いエンジン1の燃焼室1b内の混合気空燃比が目標空燃比となるよう前述の基本噴射量に逐次補正するA/F制御を行う。図8は、4気筒エンジンのエンジンシステムとコントロールユニット内で空燃比制御の制御ブロック図である。図8に基づいてエンジン制御装置における気筒別の空燃比推定とその空燃比補正について説明する。

【0024】図8において、エアフロセンサ2は、空気を検出し、スロットル3は、空気量を調節し、クランク角センサ14は、クランク角の回転角度1度毎の信号を出力し、流入空気量は、吸気マニホールド6aを経てコレクタ6bに滞留し、その後、各気筒の各燃料噴射弁7、7・・・から噴射される燃料と混合され、各気筒の各エンジンシリンダ1aの燃焼室内1bで燃焼することでトルクを発生する。燃焼後の排気ガスは、各気筒毎に排気マニホールド10に排出され、排気集合部を経て、触媒11で浄化された後、外部へと放出される。排気集合部には、前述のA/Fセンサ12が取り付けられており、排気ガス中の燃焼温度を検出する。

【0025】コントロールユニット（制御装置）15の内部では、エアフロセンサ2の出力値をA/D変換し、その値から空気量演算手段57で空気量が演算され、クランク角センサ14の信号も同様に入力変換され、回転数演算手段56で回転数が演算される。該空気量と回転数とから基本燃料噴射量演算手段58で基本燃料噴射量とが演算される。また、A/Fセンサ12の出力も適宜A/D変換されて空燃比算出手段51で空燃比が算出されると共に、F/B制御手段55で、目標空燃比との対比に基づいてF/B制御補正項が演算され、前記基本燃料噴射量

演算手段58で求めた基本燃料噴射量に反映される。【0026】本実施形態においては、エンジンの気筒別の空燃比推定値は、前記演算した空燃比A/Fに対して周波数分析（FFT）処理を行うことで、2回転相当周波数およびそのN（整数）次成分のパワースペクトルおよび位相スペクトルから気筒毎のばらつきを推定するものであって、前記空燃比演算手段51で演算した空燃比R/A/Bを、周波数分析手段52で分析し、気筒別空燃比推定手段53で前記分析に基づいて各気筒別の空燃比を推定し、補正項演算手段54で、前記推定した各気筒別の空燃比に基づいて目標空燃比との対比で補正項を算する。即ち、気筒毎のばらつきから前記周波数のパワースペクトルが小さくなるように、つまり排気集合部のサイクル内変動を抑制するように各気筒毎に補正項を演算

し、前記別途演算された基本燃料噴射量演算手段5で演算した基本燃料噴射量に反映する。

[0027] 次に、本実施形態のエンジンの制御装置の前記気筒別空燃比の推定、補正項の演算、及び燃料噴射量の演算の詳細について説明する。図9は、A/Fセンサ12のA/F変換期間を示したものである。気筒別空燃比の推定は、2回転周波数およびその2次成分を抽出する。ここで、精度を考慮してA/F変換期間は、エンジン1が2回転する間に8回（エンジンの1/4回転毎）行うこととする。

[0028] 図10と図11は、A/F変換の制御フローチャートを示している。ANGCNTは、1/4回転毎にインクリメントされるカウンタで2回転毎に1にリセットされる。ステップ101～103の処理がそれに該当する。ステップ104、105の処理は、1サイクル間に8ポイントのサンプリング終了したことを表すフラグFCFADの初期化を行っている。

[0029] 次に、A/F変換を許可する条件としては、運転状態が比較的に安定している領域、2回転成分のS/N比が低い領域、A/Fセンサ12の応答性が十分に確保されている領域等を条件として選択している。具体的には、ステップ106で空燃比の変化率、ステップ107で回転数の変化率、ステップ108で空燃比、ステップ109で回転数、ステップ110で水温の条件を判定している。図11のステップ111では、前記A/F変換の許可条件がすべて成立すれば、A/F変換許可フラグFCFAD=1とする。ステップ112では、前記許可条件が、ひとつでも成立していなければ、A/F変換許可フラグFCFAD=0としてA/F変換処理を行わず、本タスクを終了する。

[0030] 図11のステップ111で、A/F変換許可フラグをFCFAD=1としたときは、A/Fセンサ12の出力のA/F変換を許可するが、8ポイントのサンプリングは同一のサイクル内で行う必要があるため、ステップ113～118の処理を用意している。具体的には、A/F変換許可フラグFCFAD=1が8回、すなわち1サイクル間経過して成立したときののみステップ1.13～1.15で、順次、A/F変換を行う。1サイクル間にA/F変換された8つのA/Fセンサ出力値は、それぞれ時系列順にRABF(1)、RABF(2)・・・RABF(8)としてメモリーに記憶する。

[0031] ステップ116で、8つのサンプリングが終了したかを判定し、ステップ117で、次に行うFFT処理のためのバッファに8つの値を格納し、ステップ118でサンプリング完了を意味するフラグFCFAD=1とする。次に、前記8ポイントでサンプリングされたRABF(m)に対してサイクル周波数相当成分の抽出、及び燃料噴射量の補正係数の演算を行う処理について説明する。図12と図13は、前記周波数相当成分を抽出する処理の制御フローチャートを示している。演算期間は、1サイクル毎とする。ただしA/Fセンサ12の出力の8ポイントのサンプリングが完了している時、即ち、FCFAD=1

のとき本処理は行うものとし、この処理をステップ121で行う。

[0032] ステップ122では、サンプリングされたRABF(1)、RABF(2)・・・RABF(8)からFFT(Fast Fourier Transform)を用いて、1サイクル周波数相当成分の演算を行う。ステップ123では、前記ステップ122で得られるパワースペクトル、位相スペクトルを、それぞれPOWER1、PHASE1とする。次にRABF(1)、RABF(2)・・・RABF(8)を用いて1サイクル相当周波数2次成分を演算し、得られるパワースペクトル、位相スペクトルをそれぞれPOWER2、PHASE2とする。ここで位相スペクトルMPHAI、MPHAI2は-180～180あるいは0～360の範囲で値をとる。

[0033] ステップ124では、POWER1、PHASE1のそれぞれの移動平均MPOM1、MPHAI1を演算する。これは推定精度をあげるために複数のサイクルの結果を用いるためである。同様に、ステップ125では、POWER2、PHASE2のそれぞれの移動平均MPOM2、MPHAI2を演算する。ステップ126では、移動平均演算を行った回数NCALの演算を行う。ステップ127では、NCAL≧NCALMAXの判定を行う。其であるならば、ステップ128へと進み、MPOM1≧THP1の判定を行う。これは、排気集合部のサイクル内変動が、排気悪化の原因となりうる程度であるか否かを判定しており、THP1は、エンジン1及び燃焼11の性能に合わせて、経験的に決定するのが好ましい。

[0034] ステップ128の条件判定が真の場合には、図13のステップ131に進み、1サイクル相当周波数成分の位相スペクトルMPHAIから、1サイクル相当周波数の変動の要因となっている気筒HOSCVL1の特定を行う。気筒HOSCVL1の具体的な演算手段については、後述（図14等）する。気筒HOSCVL1を演算後、又はステップ128の条件判定がNOの場合、ステップ132で、1サイクル相当周波数2次成分の位相スペクトルMPHAI2から、1サイクル相当2次周波数の変動の要因となつて、気筒HOSCVL2の具体的な演算手段は後述（図15等）する。

[0035] ステップ133では、1サイクル相当周波数の変動を抑制するために補正すべき気筒を示すHOSCVL1と、該周波数のパワースペクトルMPOM1から各気筒の燃料噴射量の補正係数INJHOSAI、INJHOSB1、INJHOSB2、INJHOSB3、INJHOSB4とを演算する。更に、ステップ134では、1サイクル相当2次周波数の変動を抑制するために補正すべき気筒を示すHOSCVL2と、該周波数のパワースペクトルMPOM2から気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSB1、INJHOSB2、INJHOSB3、INJHOSB4とを演算する。

[0036] 図14の制御フローチャートは、1サイクル相当周波数の変動の要因となっている気筒HOSCVL1の具体的な演算手段を示している。位相スペクトルMPHAIがMPHAI～MPHAI4で区別される4つの領域のどこに含まれるかでHOSCVL1を特定する。位相の範囲から気筒を特定する処理の詳細は“問題を解決する手段”の項で概説し

ているのでここでは省く。HOSCVL1の値は、補正すべき気筒番号を示しており、領域を区切るRPHAI～RPHAI4の値は、気筒の移送遅れ、センサの遅れによって決まる値で経験的に決定される。

[0037] 図15の制御フローチャートは、1サイクル相当2次周波数の変動を抑制するために補正すべき気筒を示すHOSCVL2の具体的な演算手段を示しており、1サイクル相当周波数の変動の要因となつている気筒HOSCVL1と同様に、RPHAI2の値がRPHB1～RPHB4で区切られる4つの領域のどこに含まれるかで、SCV2の値が決まる。RPHB1～RPHB4の値もエンジン1の特性から経験的に決定するのが好ましい。

[0038] 図16の制御フローチャートは、1サイクル相当周波数の変動を抑制するための気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSAI～INJHOSB4の具体的な演算手段を示している。ステップ161では、燃料噴射量補正係数INJHOSAI～INJHOSB4と周波数のパワースペクトルMPOM1との関係を示す係数GHOSAI～GHOSB4の初期化を行っている。ステップ162～168までの処理は、補正すべき気筒番号を示すHOSCVL1の値から前記係数GHOSAIの値を演算しており、例えばHOSCVL1=1のときは、係数GHOSAI=GINJAIとし、それ以外のGHOSAI2～GHOSAI4の値は0である。気筒毎に係数GHOSAIの値が異なるのは、排気管の形状、A/Fセンサ12の取り付け位置によって該センサ12で検出される気筒毎の空燃比の濃度が異なるためである。演算された係数GHOSAIとMPOM1からステップ169で、気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSAI～INJHOSB4を演算する。

[0039] 図17は、1サイクル相当2次周波数の変動を抑制するための気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSB1～INJHOSB4の具体的な演算手段を示しており、ステップ172～178では、前記気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSAI～INJHOSB4の演算手段と同様に、HOSCVL2からGHOSBnを演算し、ステップ179で、MPOM2に乗じることによってINJHOSB1～INJHOSB4を得る。

[0040] 図18は、以上のようにして得られた気筒毎の燃料噴射量補正係数を基本燃料噴射量に反映処理する際の制御フローチャートであり、処理内容は、噴射周期と同じREF（1/2回転）毎とする。ステップ181において、基本燃料バルス幅Tin（nは、気筒番号を示し、Tinは、n番気筒の燃料量を示す）は、エアフロセンサ17で検出される空気量に比例し、クランク角センサ28の出力値から演算されるエンジン回転数に反比例するように演算されるものである。気筒毎の燃料噴射バルス幅Tinは、基本燃料バルス幅Tinに、それぞれに気筒毎の燃料噴射量補正係数INJHOSAn、INJHOSBnを加えることで得られる。

[0041] 以上の処理を反復して行うことで、排気集合部における空燃比のサイクル内変動を抑制することが可能となる。また、前記MPOM1、MPOM2、HOSCVL1、HOSCV2

12の値から気筒毎の点火時刻を制御することで、エンジン1の安定性、あるいは燃費を向上を図ることも可能である。以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の精神を逸脱することなく、設計において種々の変更が可能なものである。

[0042]

【発明の効果】以上に記載から理解されるように、本発明のエンジンの制御装置は、排気集合部でのA/Fセンサ等の空燃比検出手段の信号を利用して、気筒別の空燃比を推定し、気筒毎に空燃比を制御するので、気筒間の空燃比のばらつきにより発生する燃焼の高効率化・燃焼の純化性能の向上を確実に得ることができ、また、気筒間の空燃比ばらつきが無くなることで、リーン限界およびノック限界の拡大が図れるので、燃費の向上も確実に得ることができ、

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多気筒エンジンの制御装置の基本的な制御ブロック図。

【図2】エンジンの排気管集合部に配置されたA/Fセンサの出力信号の一例を示す図（気筒間の空燃比ばらつきがある場合）。

【図3】図2のA/Fセンサの出力信号を周波数分析した状態を示す図。

【図4】エンジンの排気管集合部に配置されたA/Fセンサの出力信号の他の例を示す図（気筒間の空燃比ばらつきがない場合）。

【図5】図4のA/Fセンサの出力信号を周波数分析した状態を示す図。

【図6】三気筒エンジンの排気集合部でのサイクル内変動の位相とばらつきについている気筒との関係を示した図。

【図7】本発明のエンジンの制御装置の一実施形態のエンジンシステム全体の構成図。

【図8】図7のエンジンの制御装置（コントロールユニット）内の処理を示す制御ブロック図。

【図9】図8のエンジンの制御装置のA/Fセンサ出力値をA/F変換するタイミングを示す図。

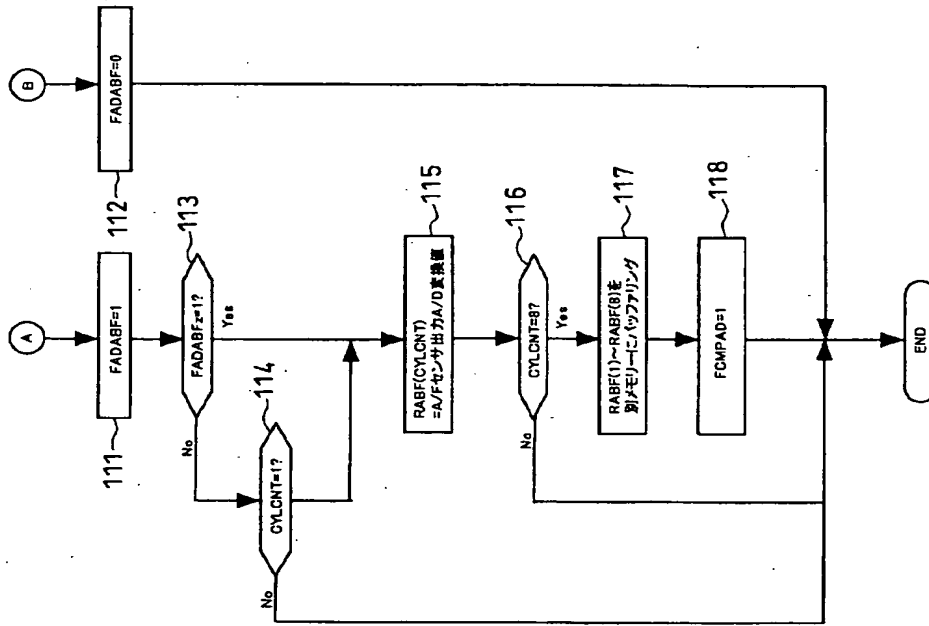
【図10】図8のエンジンの制御装置のA/Fセンサの出力値番号をA/F変換処理する制御フローチャート（前半）。

【図11】図8のエンジンの制御装置のA/Fセンサの出力値番号をA/F変換処理する制御フローチャート（後半）。

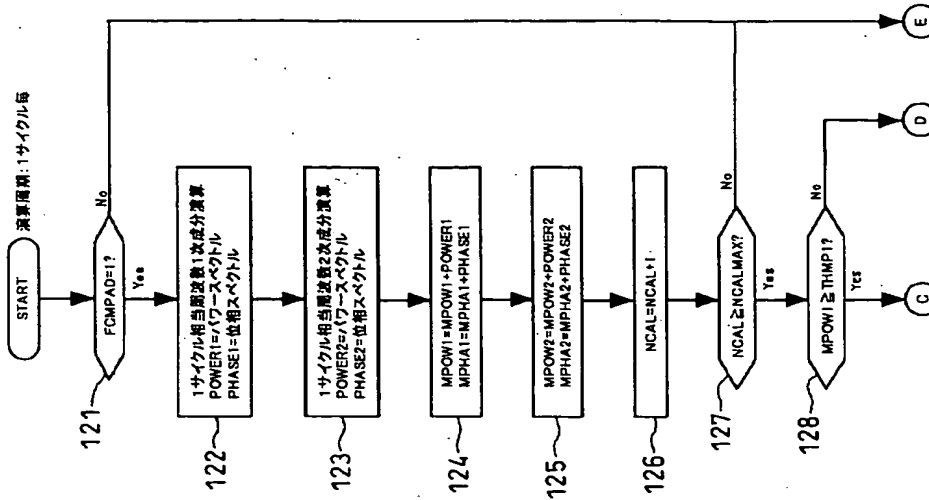
【図12】図8のエンジンの制御装置のA/Fセンサの出力値番号を周波数分析処理する制御フローチャート（前半）。

【図13】図8のエンジンの制御装置のA/Fセンサの出力値番号を周波数分析処理する制御フローチャート（後半）。

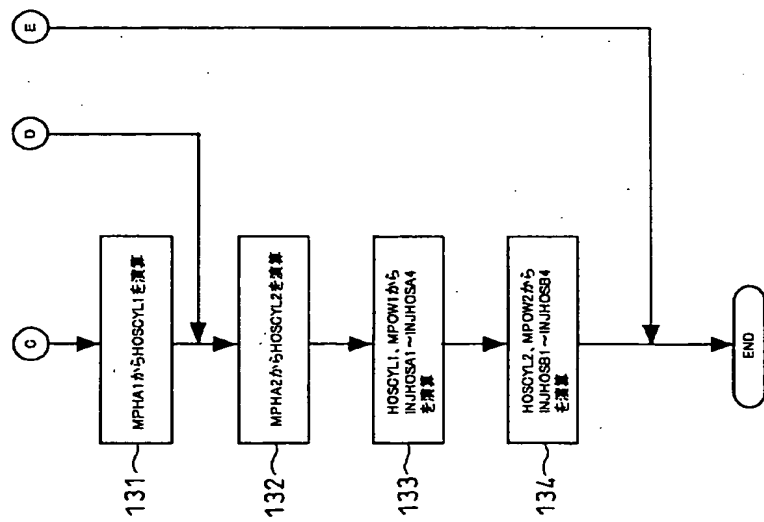
【図11】



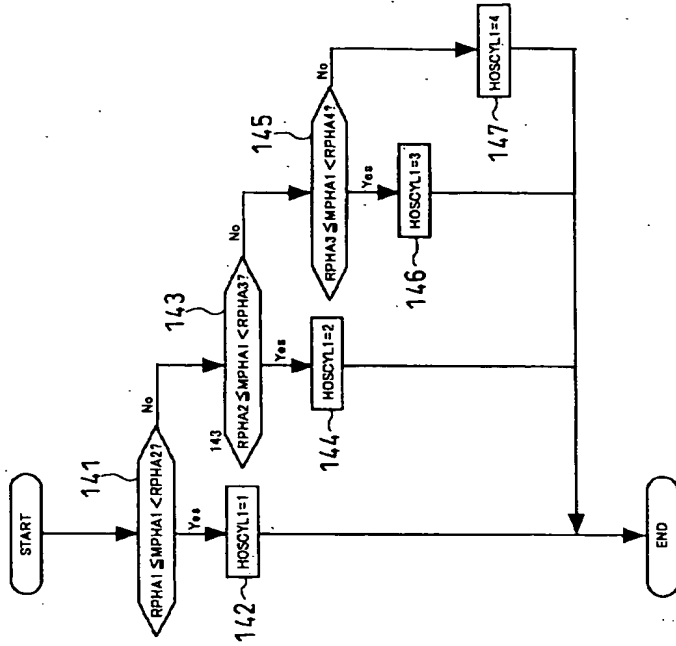
【図12】



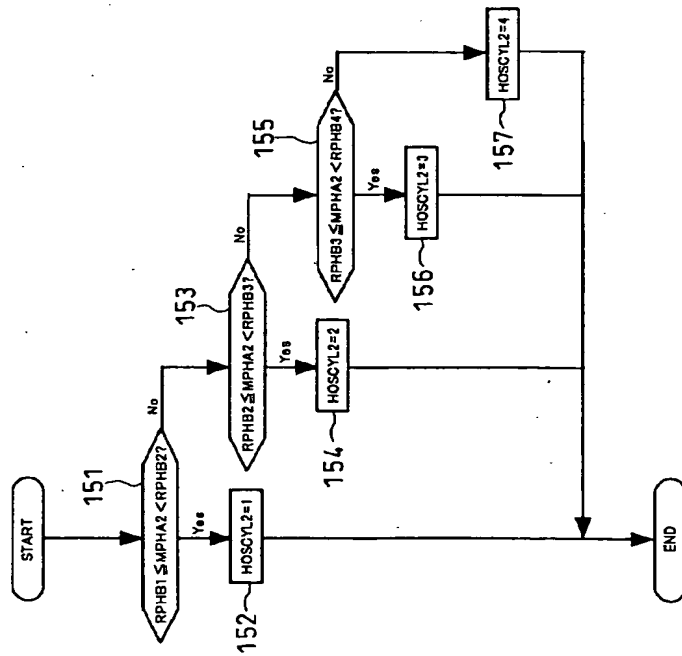
[図13]



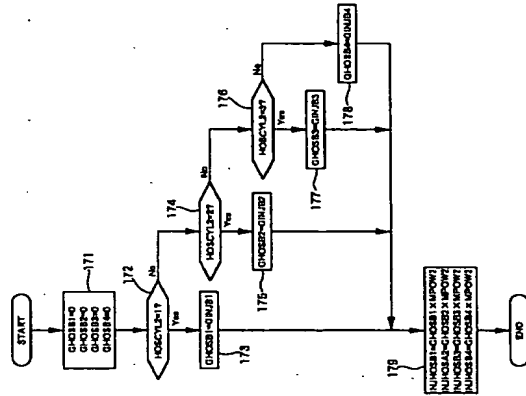
[図14]



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(72) 発明者 高久 豊
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
 式会社日立製作所自動車機器事業部内
 (72) 発明者 大須賀 稔
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
 式会社日立製作所日立研究所内
 Fターム(参考) 3C084 A03 BA05 BA06 BA09 BA13
 BA17 DA23 DA25 EA00 EB11
 FA07 FA10 FA20 FA29 FA33
 FA38
 3C301 HA01 HA06 JA02 JA05 LA00
 LA01 LA04 MA01 MA12 NB02
 ND01 PA01Z PA11Z PD04A
 PD04Z PE01Z PE03Z PE08Z